



Mauerwerkskonstruktionen 2020 aus Sicht der Bauphysik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank U. Vogdt



Inhalt

1. Hintergrund
2. Strategien
3. Anforderungen und Eigenschaften
 - 3.1 Wärmeschutz
 - 3.2 Witterungsschutz
 - 3.3 Hochwasserbeständigkeit
 - 3.4 Stoß- und Anprallsicherheit
4. Zusammenfassung



1. Hintergrund

Klimawandel:

- Temperaturanstieg
- Extremwetterereignisse mit
 - Tornados
 - Starkregen
 - Hagelschlag
- volkswirtschaftlicher Schaden
(Munich Re: Hochwasser 2002: 11,6 Mrd. EURO)



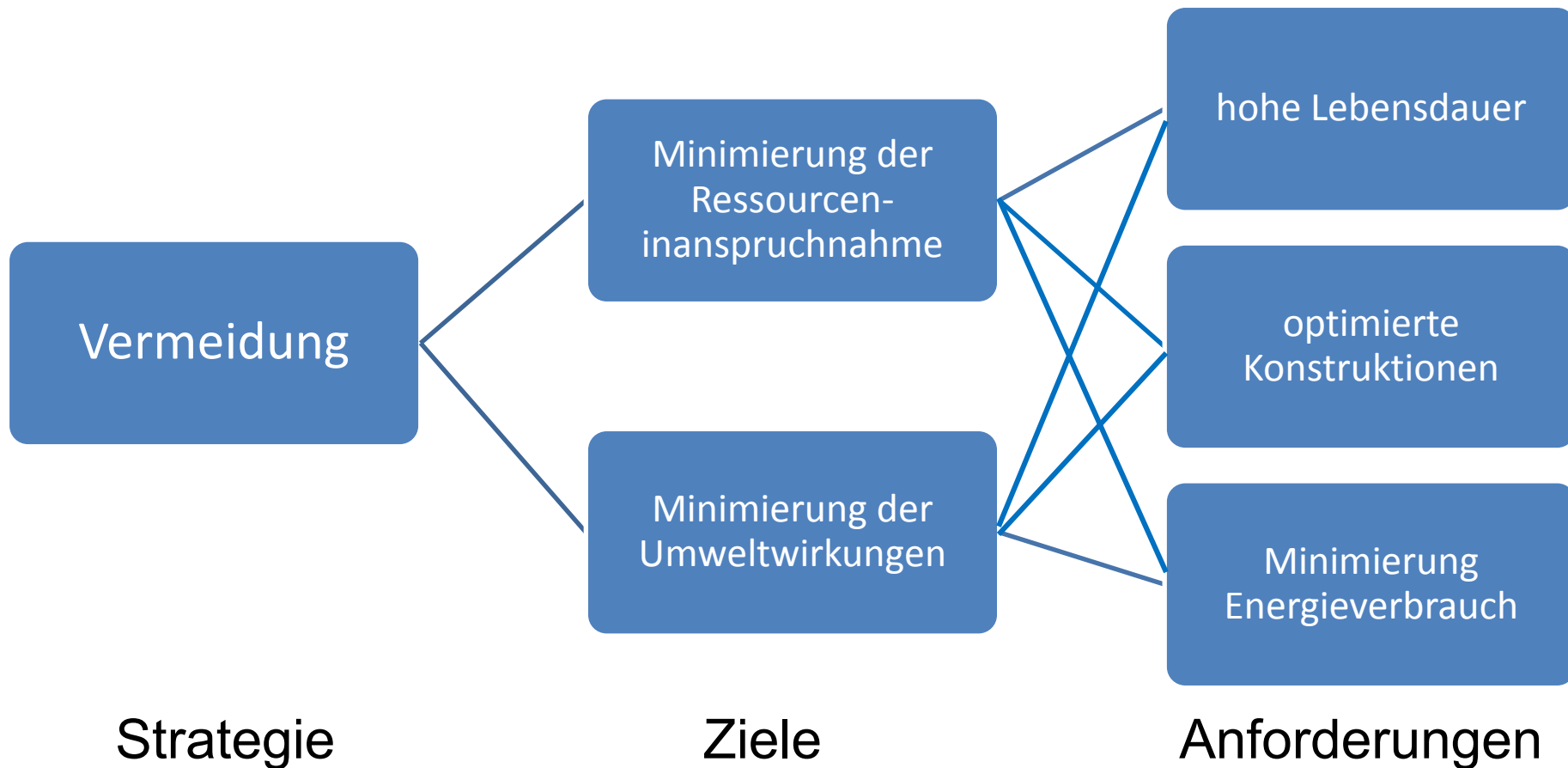
2. Strategien zur Begegnung des Klimawandels



**„sowohl-als-auch-Strategie“
nicht „entweder-oder-Strategie“**

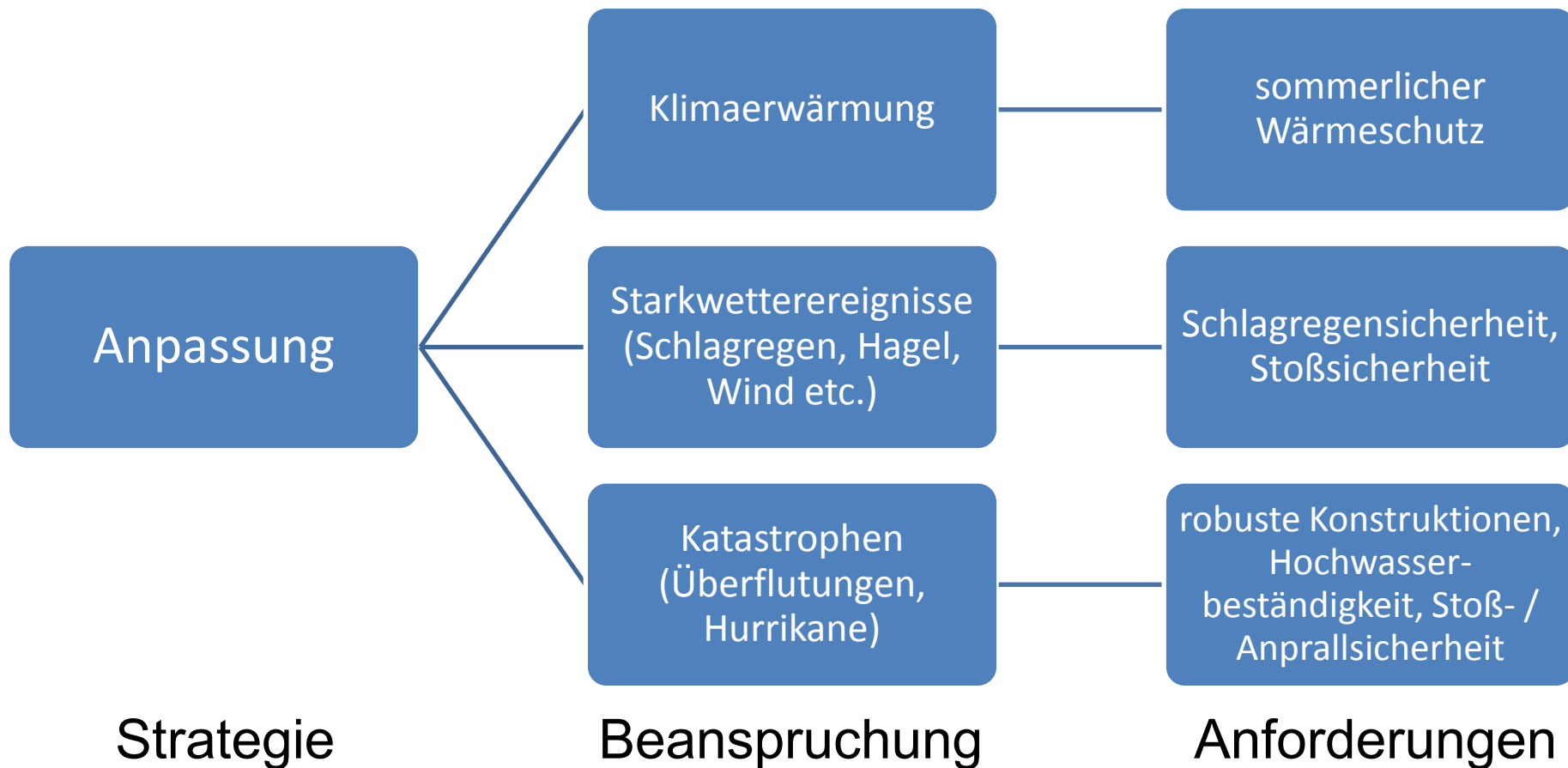


Strategien zur Begegnung des Klimawandels





Strategien zur Begegnung des Klimawandels





3. Anforderungen und Eigenschaften



3.1 Wärmeschutz



3.1.1 winterlicher Wärmeschutz

Optimierung des baulichen Wärmeschutzes unter Ansatz der

- ökologischen (LCA) und
- ökonomischen Lebenszyklusanalyse (LCC)

am Beispiel zweier exemplarischer Mauerwerkskonstruktionen
aus

- Kalksandstein mit Wärmedämm-Verbundsystem
- perlitgefülltes Leichthochlochziegel

mit dem Programm LEGEB



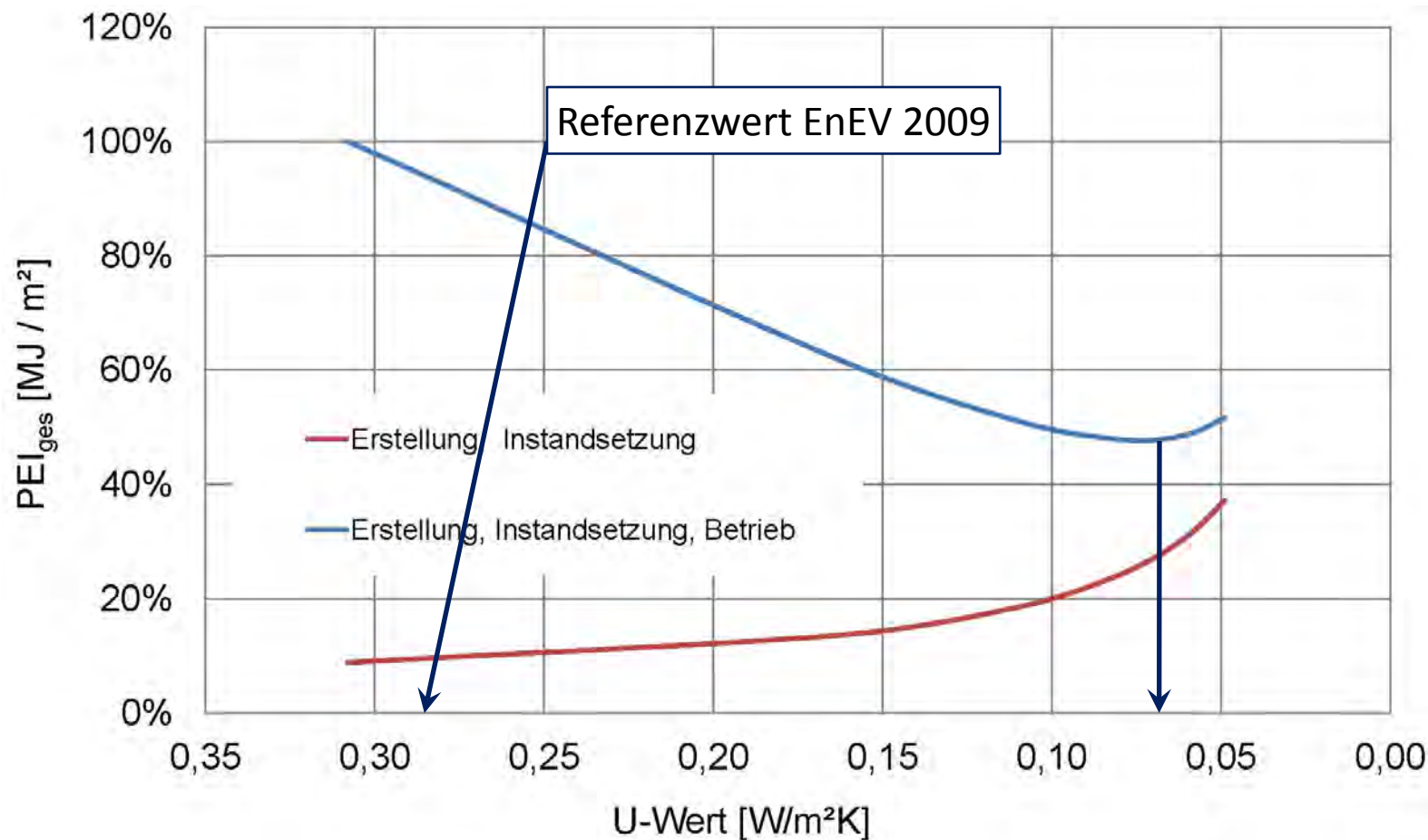
winterlicher Wärmeschutz

Annahmen:

- Wohngebäude: Standort Berlin
- Nutzungsdauer Gebäude: 100 Jahre
- Beheizung: Gas-Brennwertkessel
- Gaspreis: 0,06 EURO/kWh
- Preissteigerung: 2 % im Allgemeinen
7 % für Energie
- Ökodatensystem: ÖKOBAUDAT des BMVBS
- technische Nutzungsdauer Bauprodukte: Version 2009



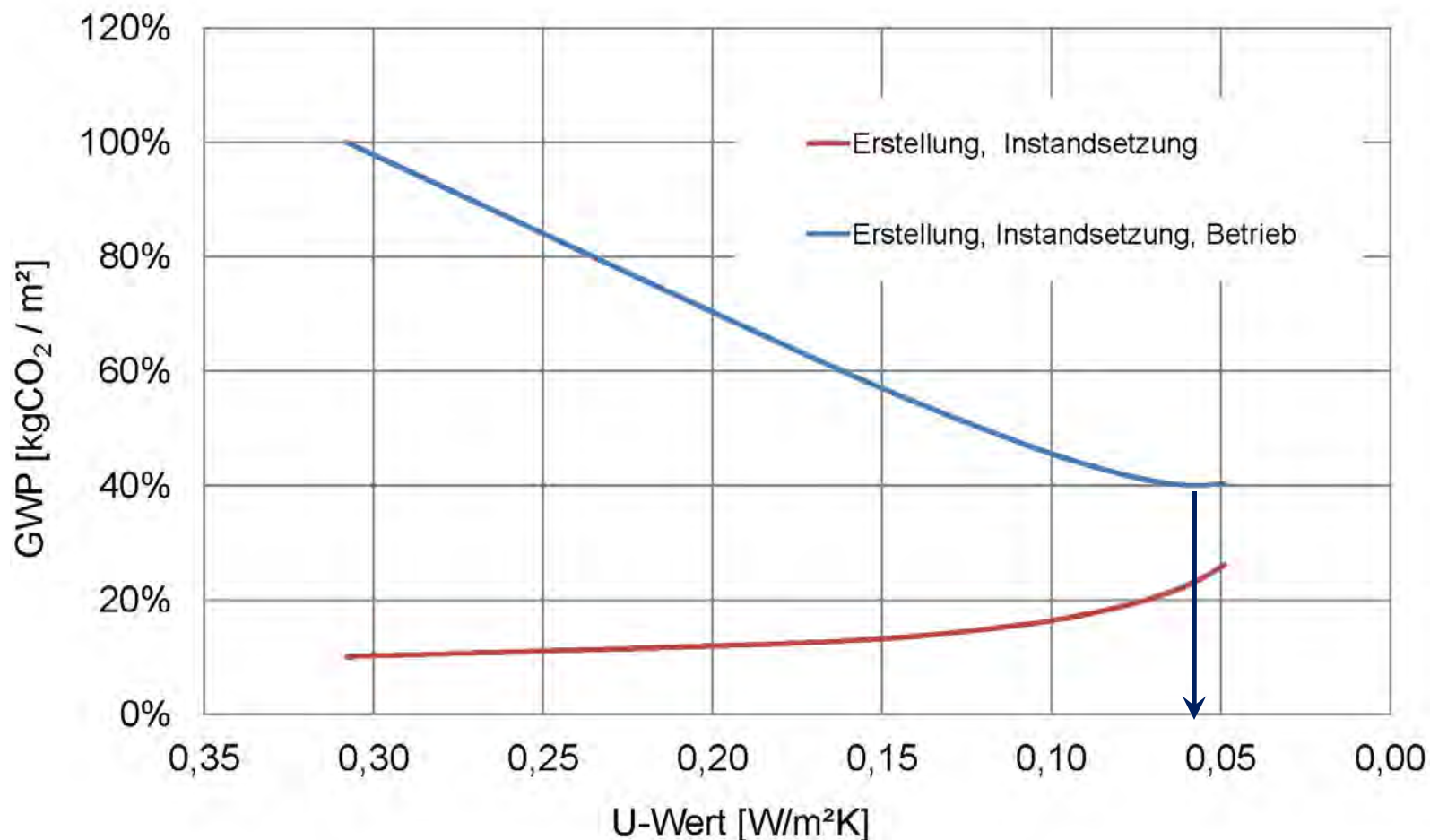
winterlicher Wärmeschutz



LCA: Primärenergieinhalt (PEI) für KS-Mauerwerk mit WdVS



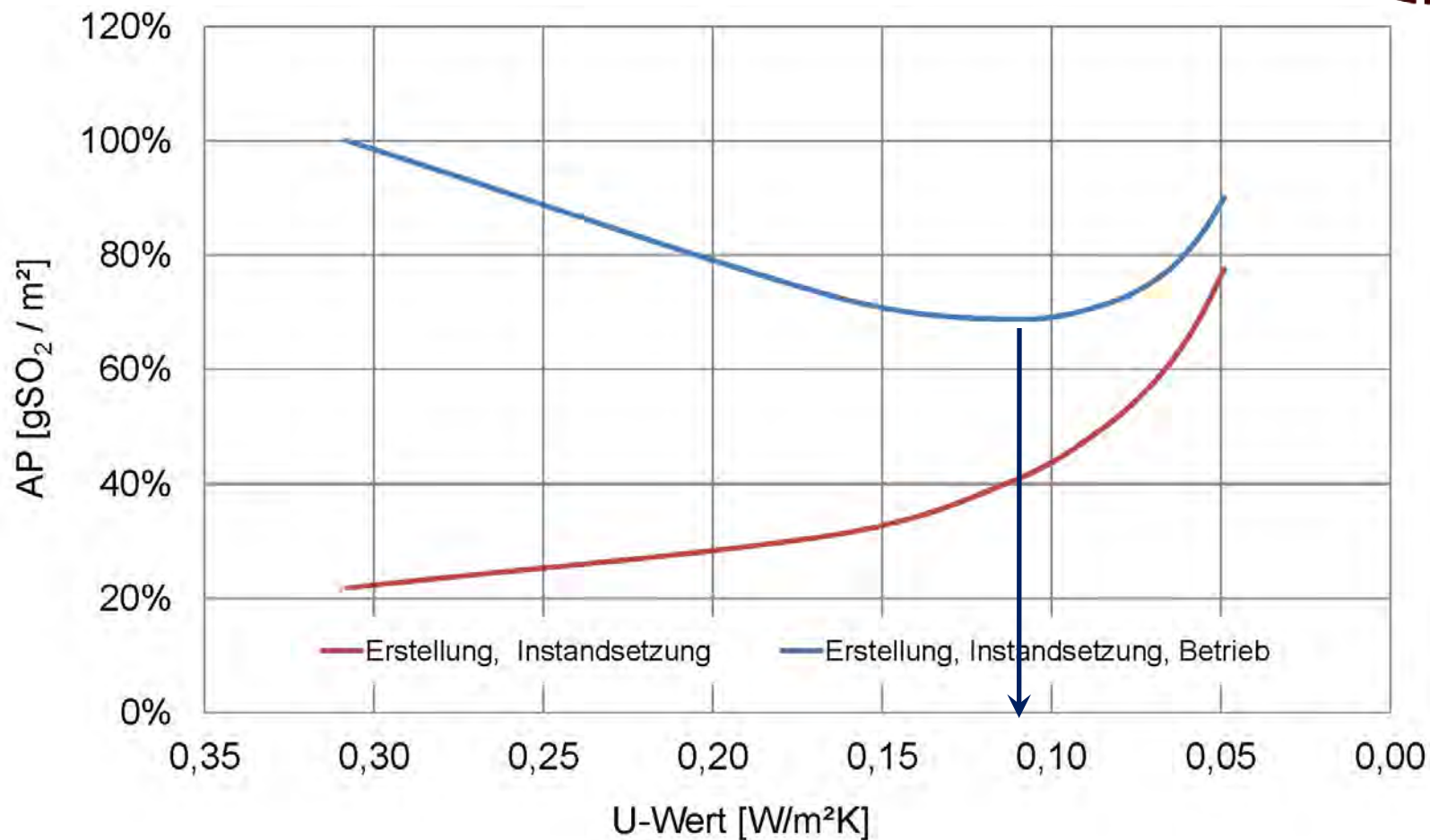
winterlicher Wärmeschutz



LCA: Treibhauspotenzial (GWP) für **KS-Mauerwerk mit WDVS**



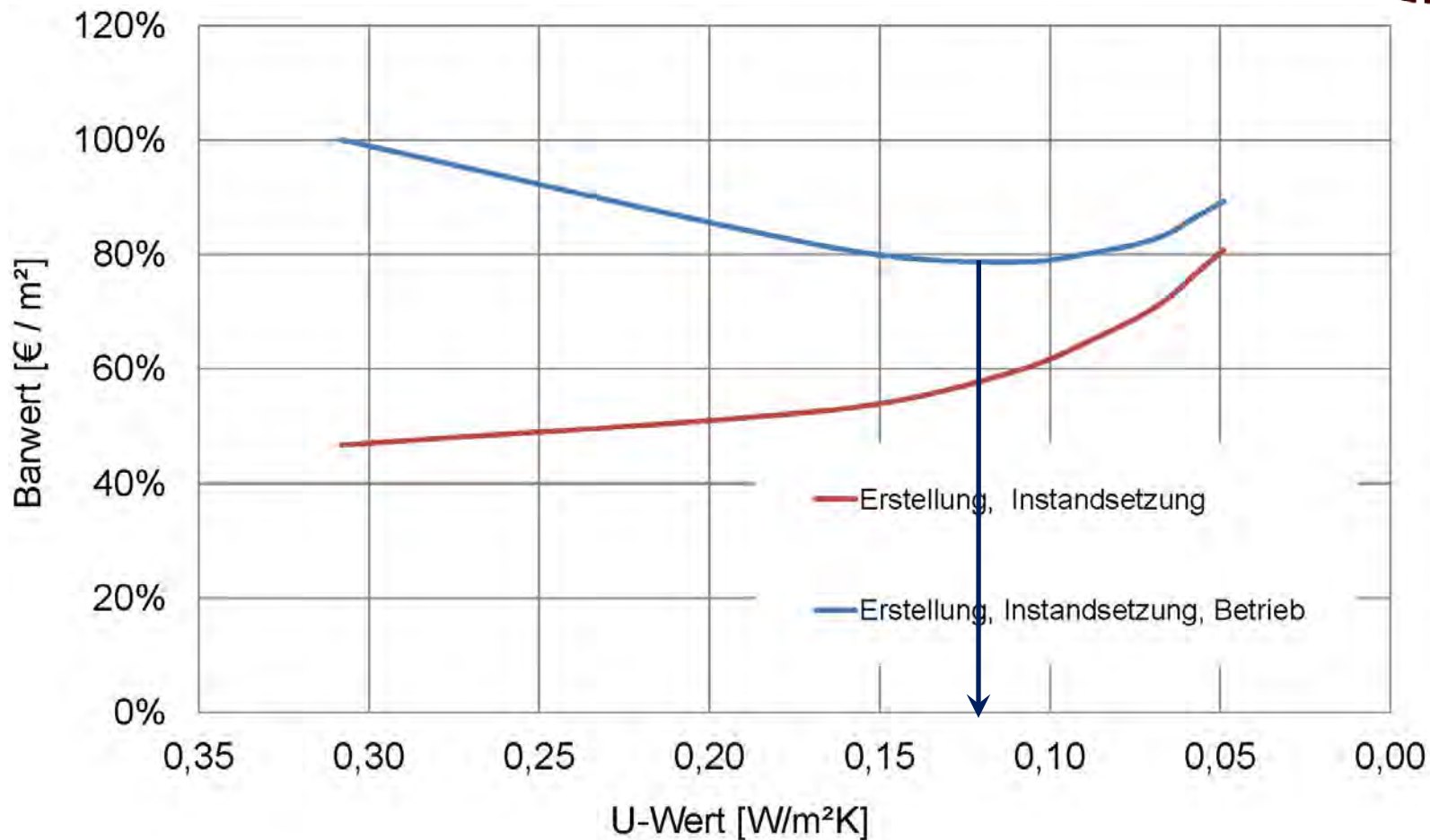
winterlicher Wärmeschutz



LCA: Versauerungspotenzial (AP) für KS-Mauerwerk mit WDVS



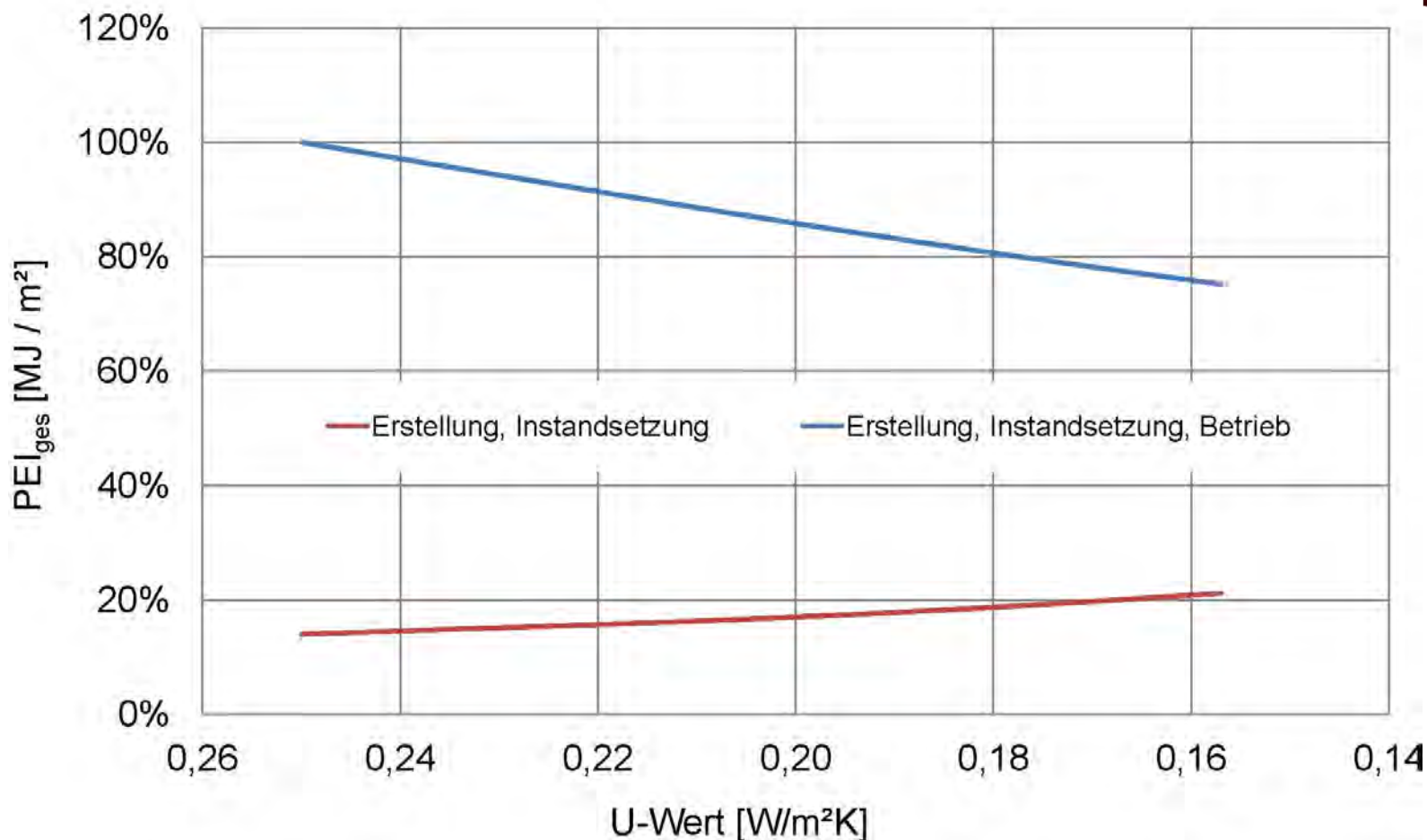
winterlicher Wärmeschutz



LCC: Barwert für **KS-Mauerwerk mit WDVS**



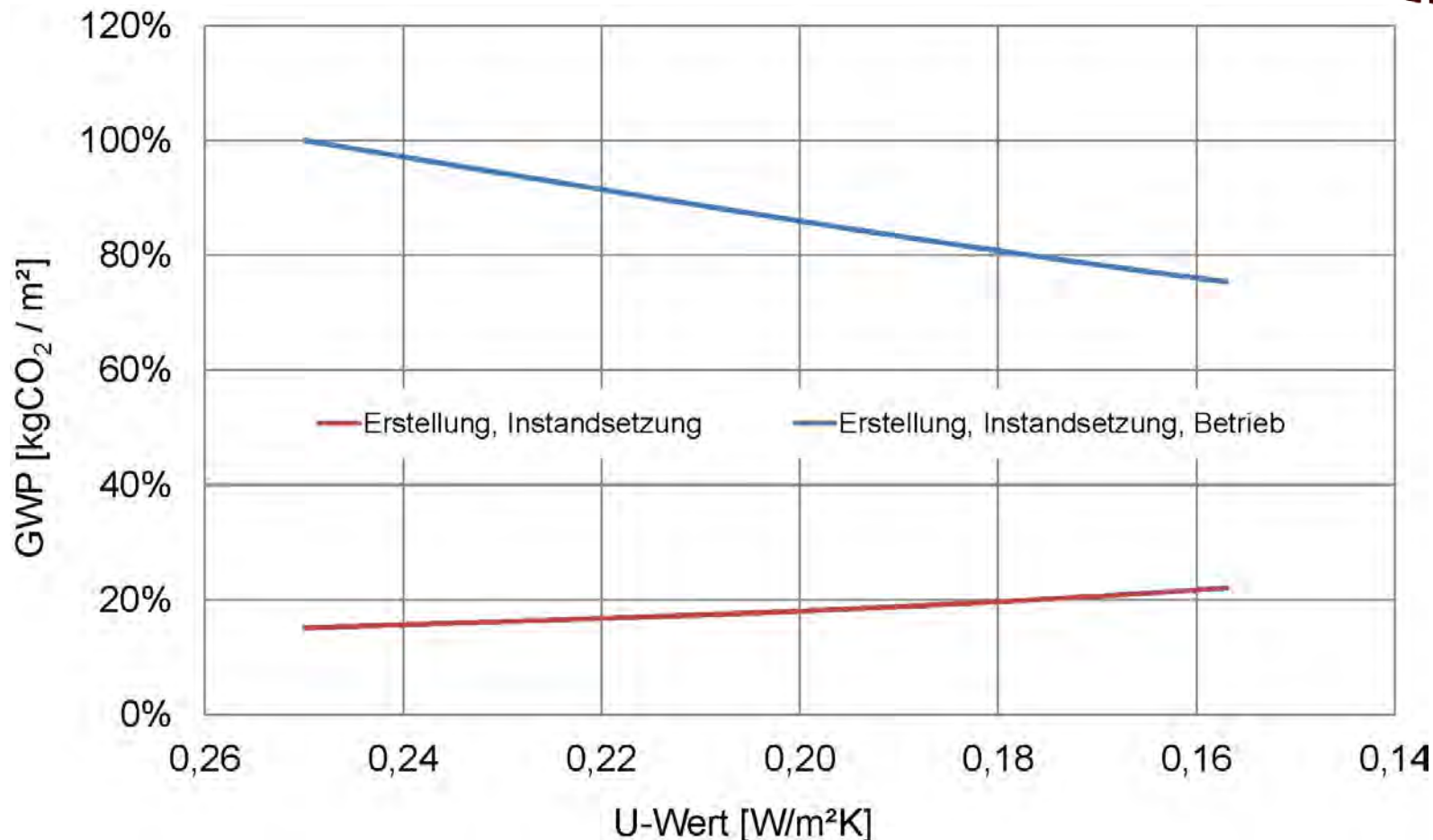
winterlicher Wärmeschutz



LCA: Primärenergieinhalt (PEI) für **HLz-Mauerwerk**



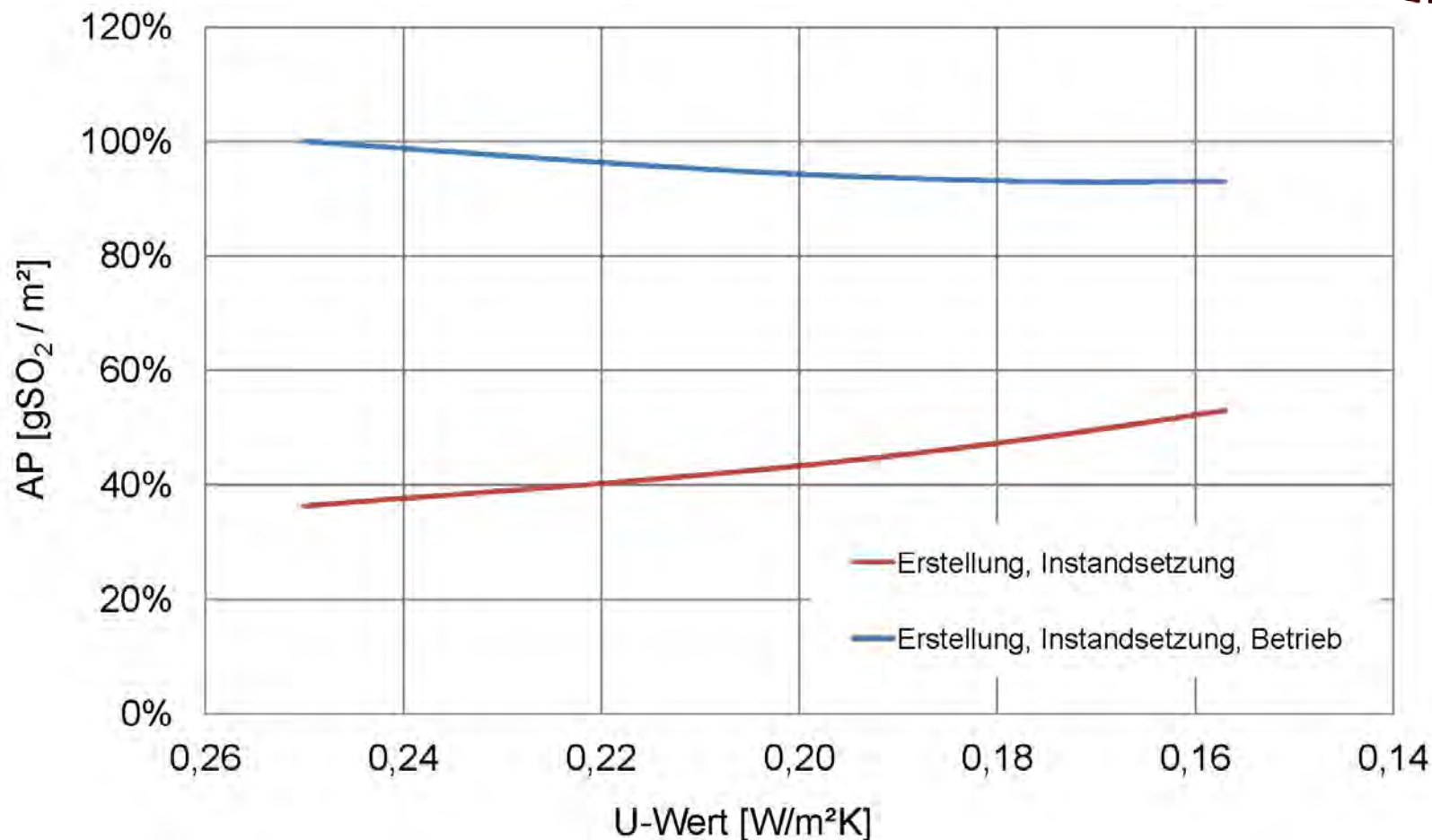
winterlicher Wärmeschutz



LCA: Treibhauspotenzial (GWP) für **HLz-Mauerwerk**



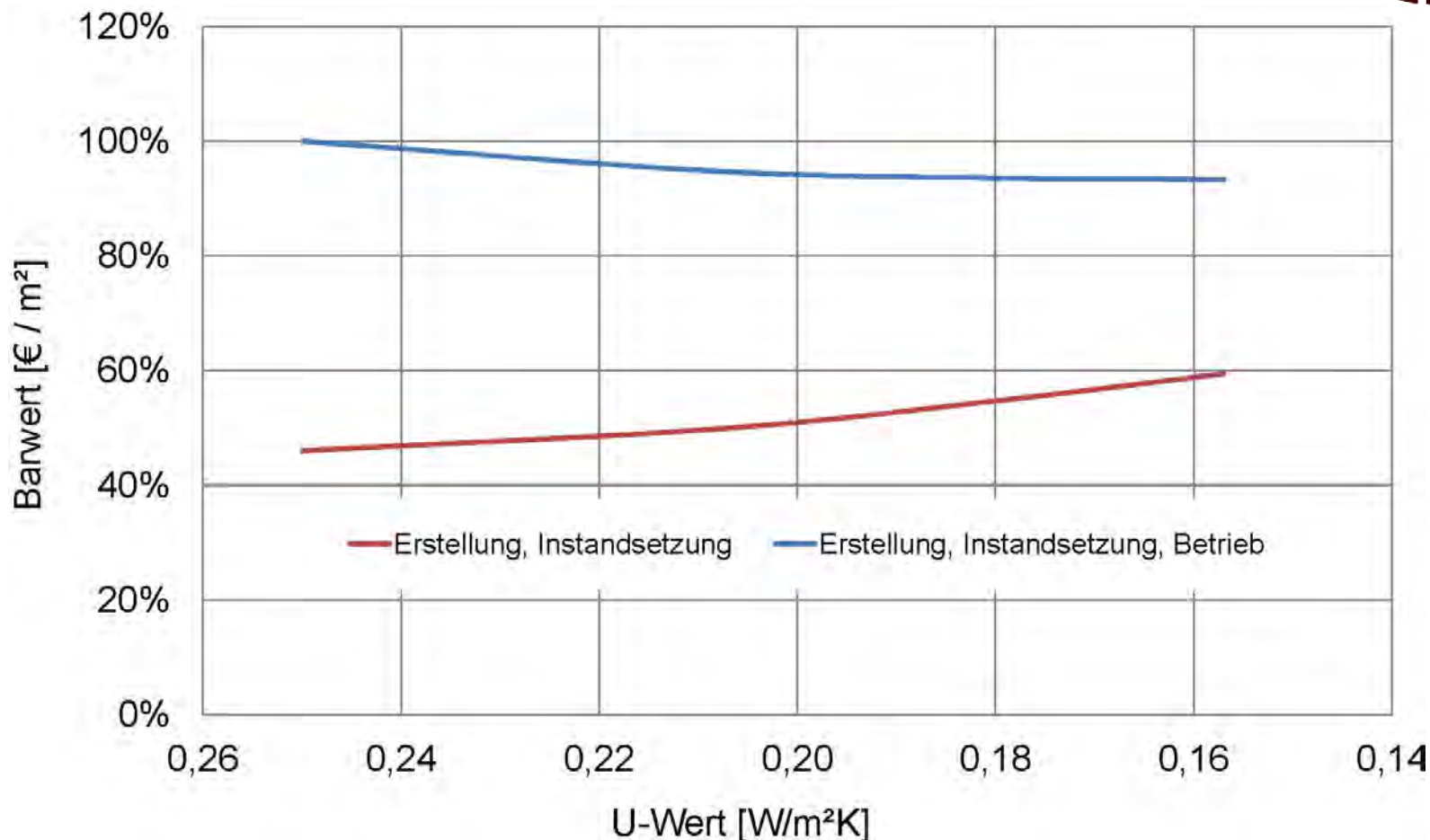
winterlicher Wärmeschutz



LCA: Versauerungspotenzial (AP) für **HLz-Mauerwerk**



winterlicher Wärmeschutz



LCC: Barwert für **HLz-Mauerwerk**



winterlicher Wärmeschutz

Ergebnis:

- Potenzial für weitere Erhöhung der Anforderungen zum Wärmeschutz vorhanden.
- Jenseits des Passivhaus-Standards
 - ökonomisch derzeit noch nicht sinnvoll
 - ökologisch noch weiteres, jedoch begrenztes, Potenzial



3.1.2 sommerlicher Wärmeschutz

Einfluss der Bauart auf den Kühlenergiebedarf ($\max \Theta = 26 \text{ C}$)
am Beispiel zweier exemplarischer, südorientierter Büroräume
($l/b/h = 5,0/4,0/2,5 \text{ m}$)

- in schwerer Bauart
- in leichter Bauart

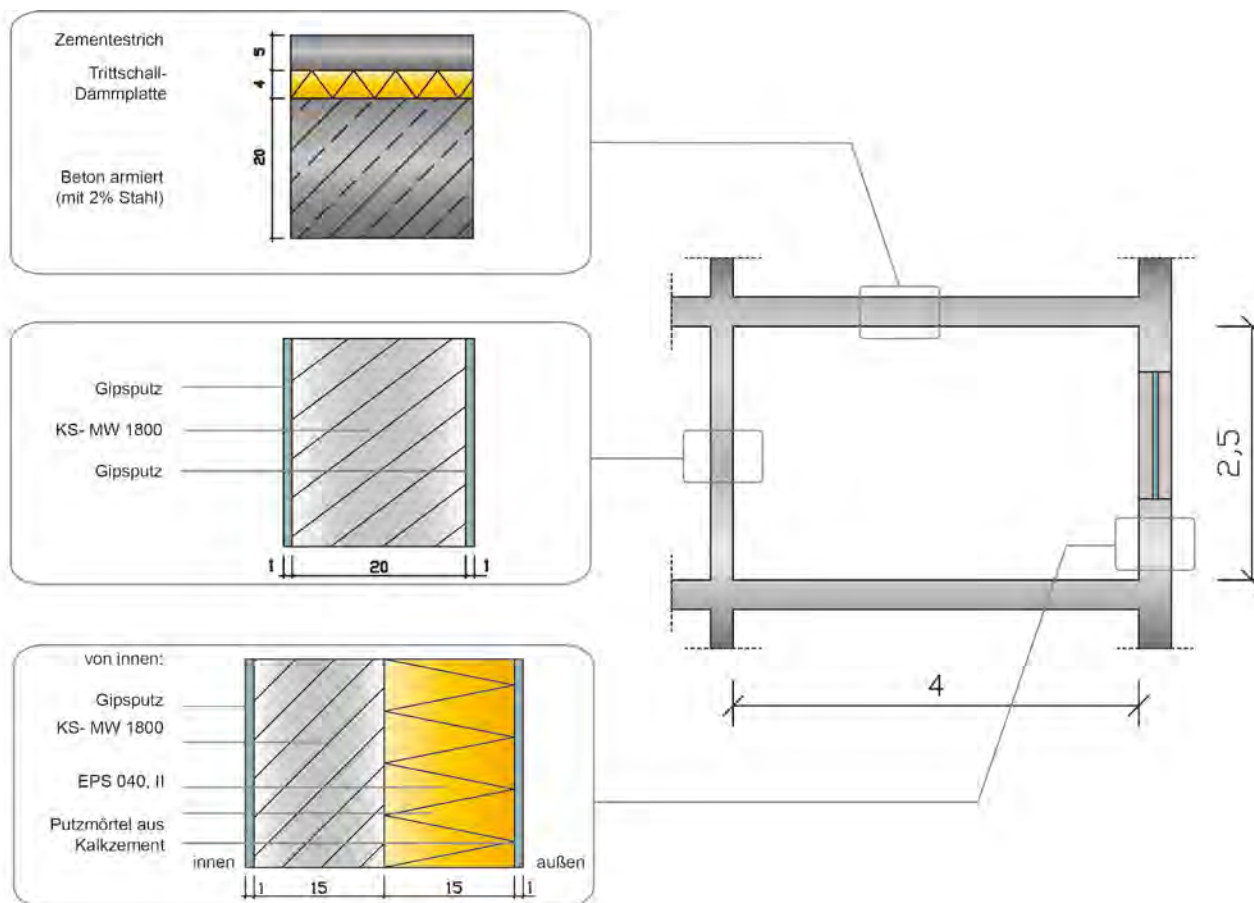
bei Variation des Fensterflächenanteils von 20 bis 100%
mit dem Programm Energy Plus

unter Ansatz der Klimarandbedingungen von

- Berlin (aktuelle Klimadaten) und
- Palma (hilfsweise als extremales Szenario des Klimawandels)



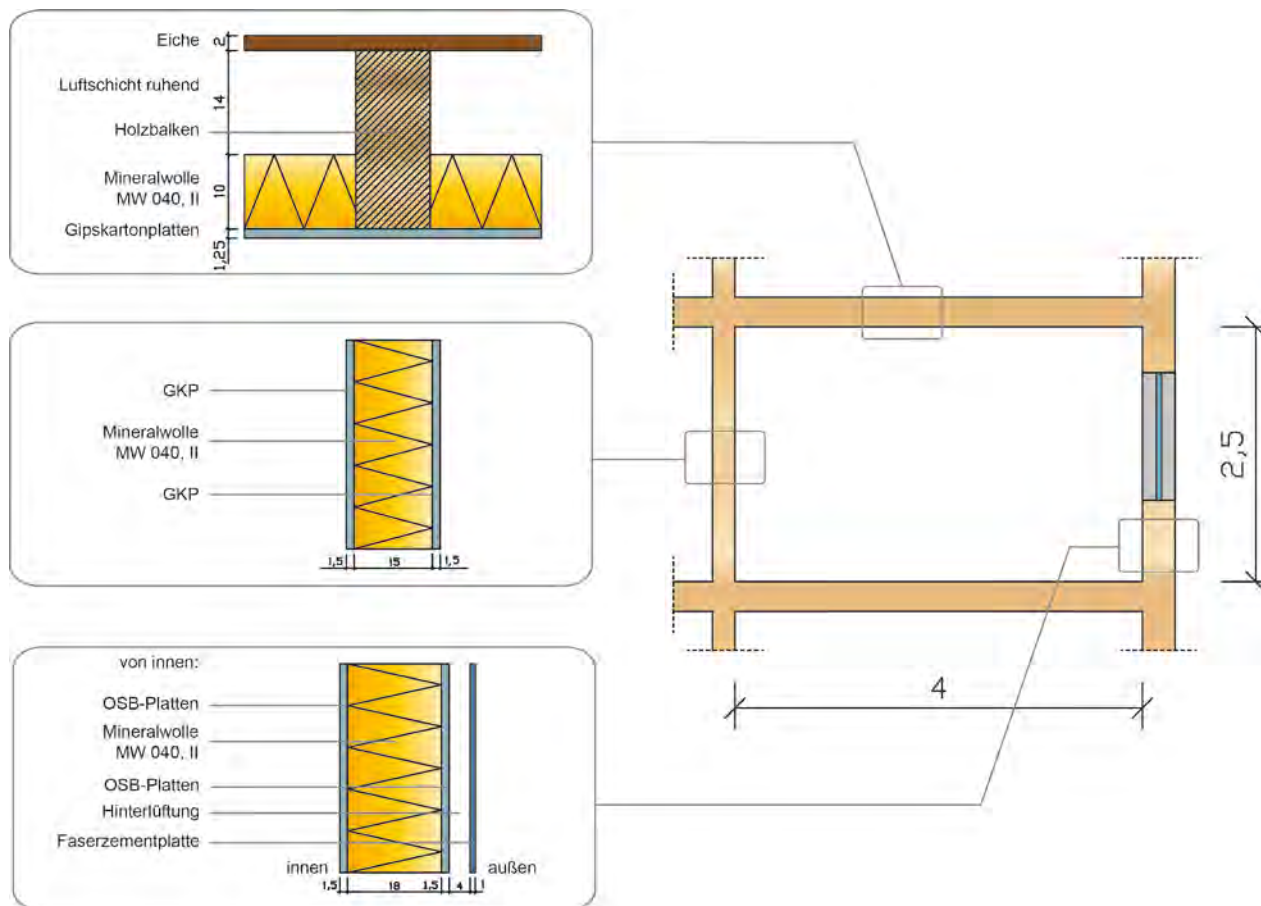
sommerlicher Wärmeschutz



schwere Bauart ($c_{\text{wirk}}/A_G = 193,9$ bis $218,9 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$)



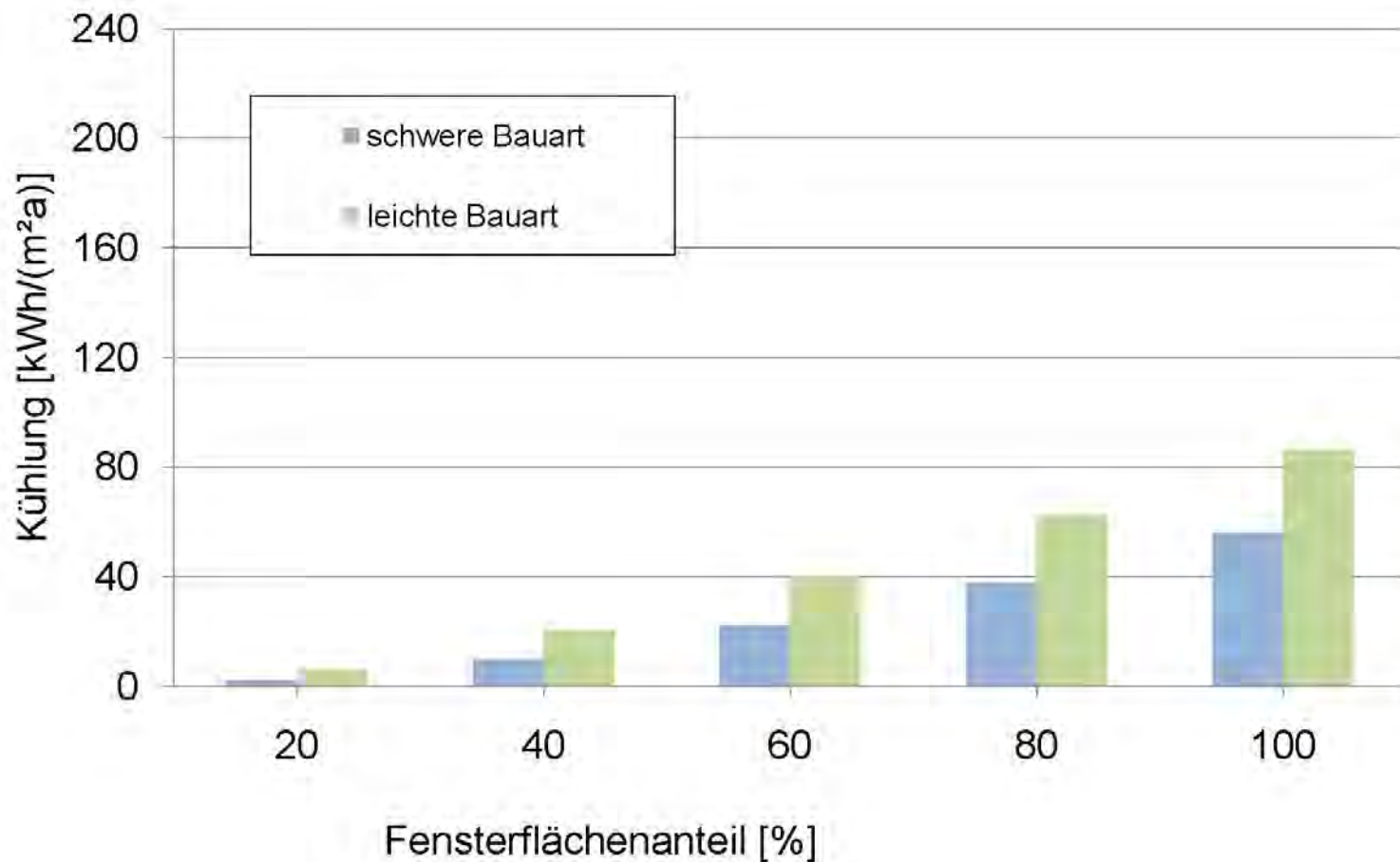
sommerlicher Wärmeschutz



leichte Bauart ($c_{\text{wirk}}/A_G = 18,5 \text{ bis } 20,7 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$)



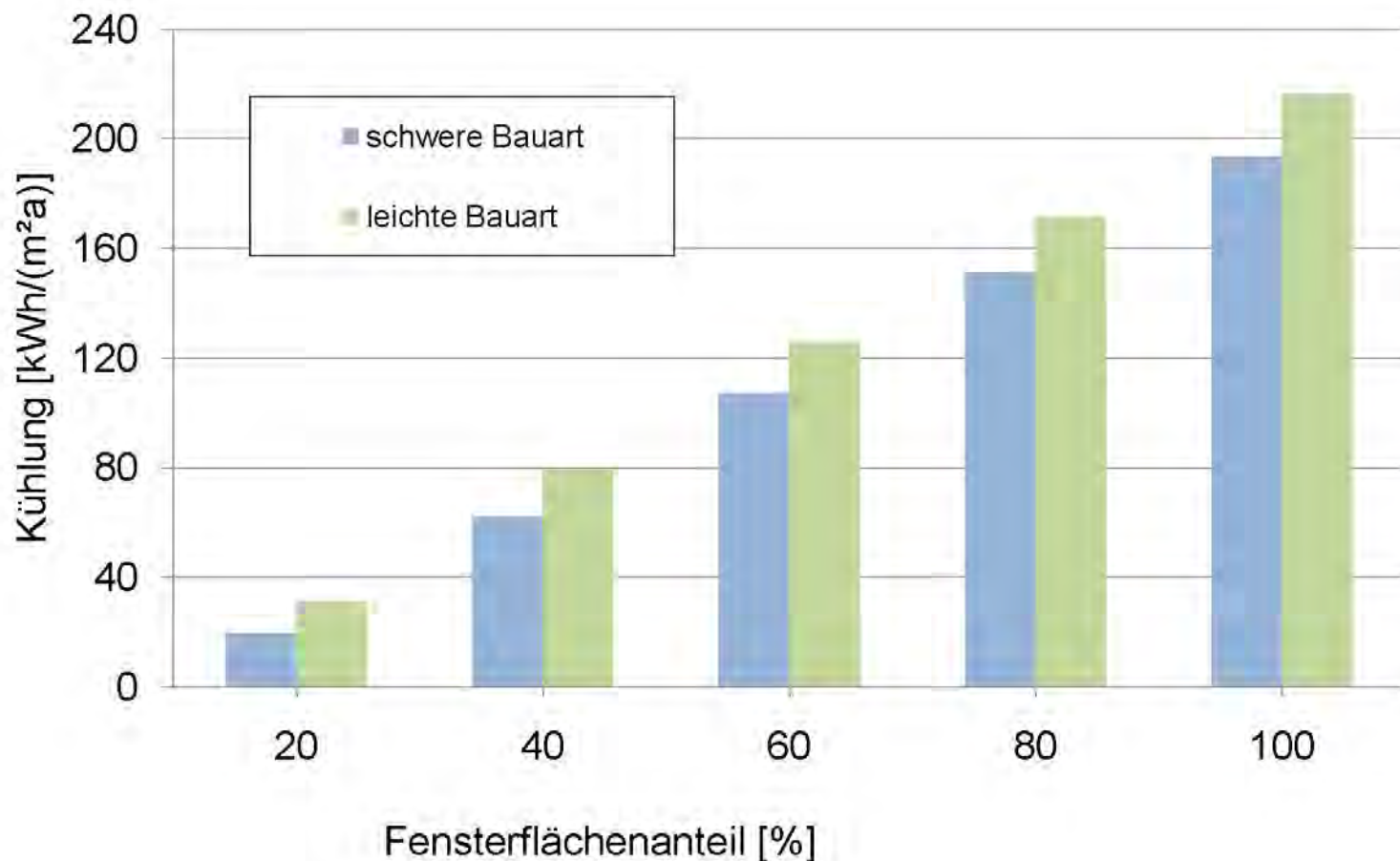
sommerlicher Wärmeschutz



Klimarandbedingungen Berlin



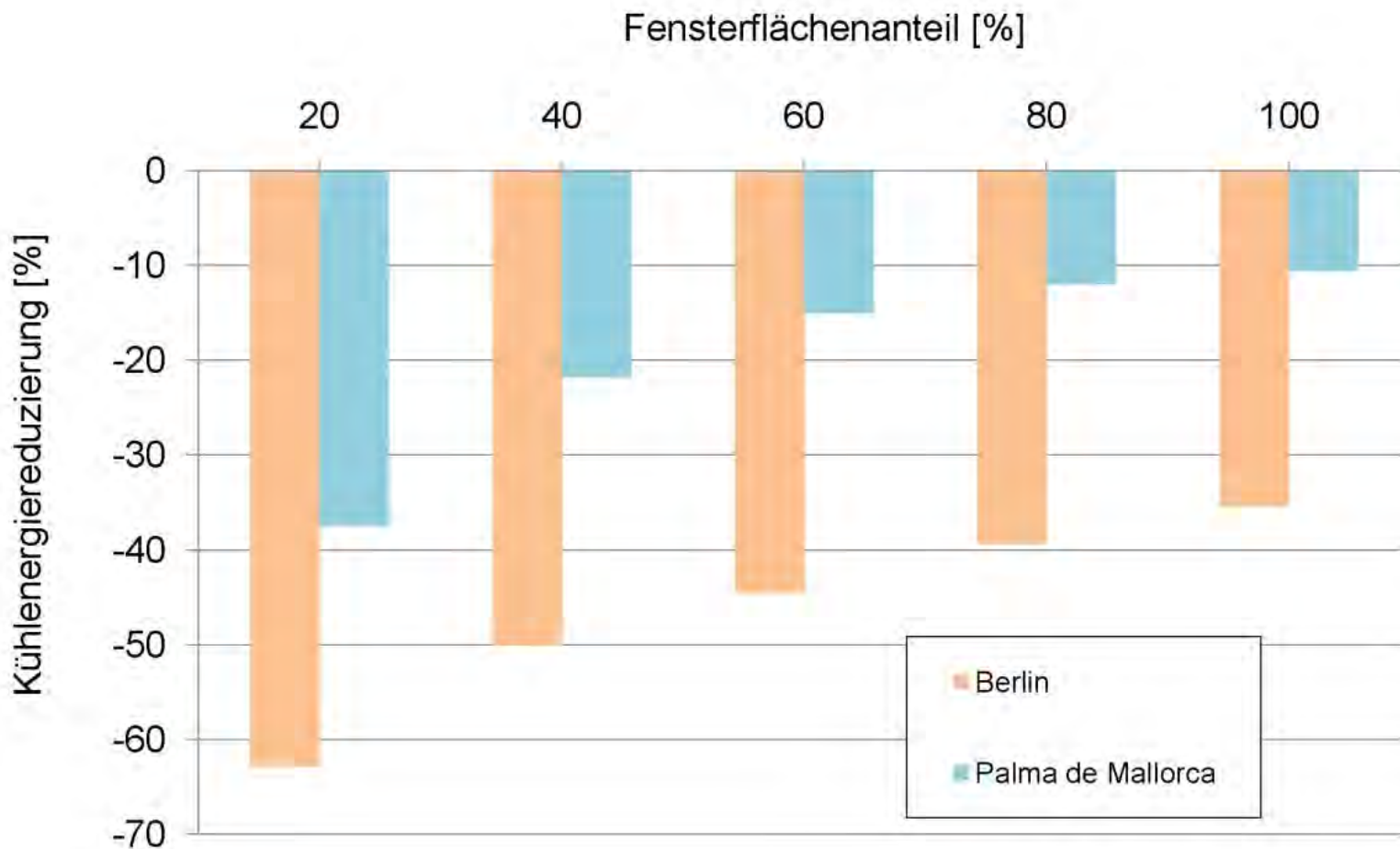
sommerlicher Wärmeschutz



Klimarandbedingungen Palma de Mallorca



sommerlicher Wärmeschutz



Reduzierung Kühlenergie durch schwere Bauart



sommerlicher Wärmeschutz

Ergebnis:

- deutliche Reduzierung des Kühlenergiebedarfs durch eine schwere Bauart
- mit zunehmendem Fensterflächenanteil mit abnehmendem Einfluss
- bei Klimaerwärmung abnehmender, aber weiterhin signifikanter Effekt

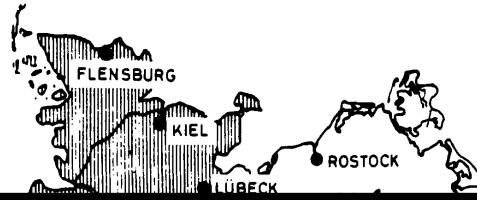


3.2 Witterungsschutz

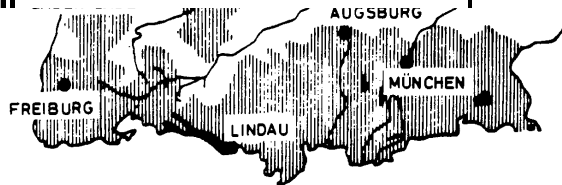
Schlagregenschutz

Windsogsicherung

3.2.1 Schlagregenschutz



Beanspruchungsgruppe I geringe Schlagregenbeanspruchung	Beanspruchungsgruppe II mittlere Schlagregenbeanspruchung	Beanspruchungsgruppe III starke Schlagregenbeanspruchung
Außenputz ohne besondere Anforderung an den Schlagregenschutz	wasserhemmender Außenputz	wasserabweisender Außenputz



wasserabweisender Putz

- Begrenzung der kapillaren Wasseraufnahme w :

$$w \leq 0,5 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \sqrt{\text{h}})$$

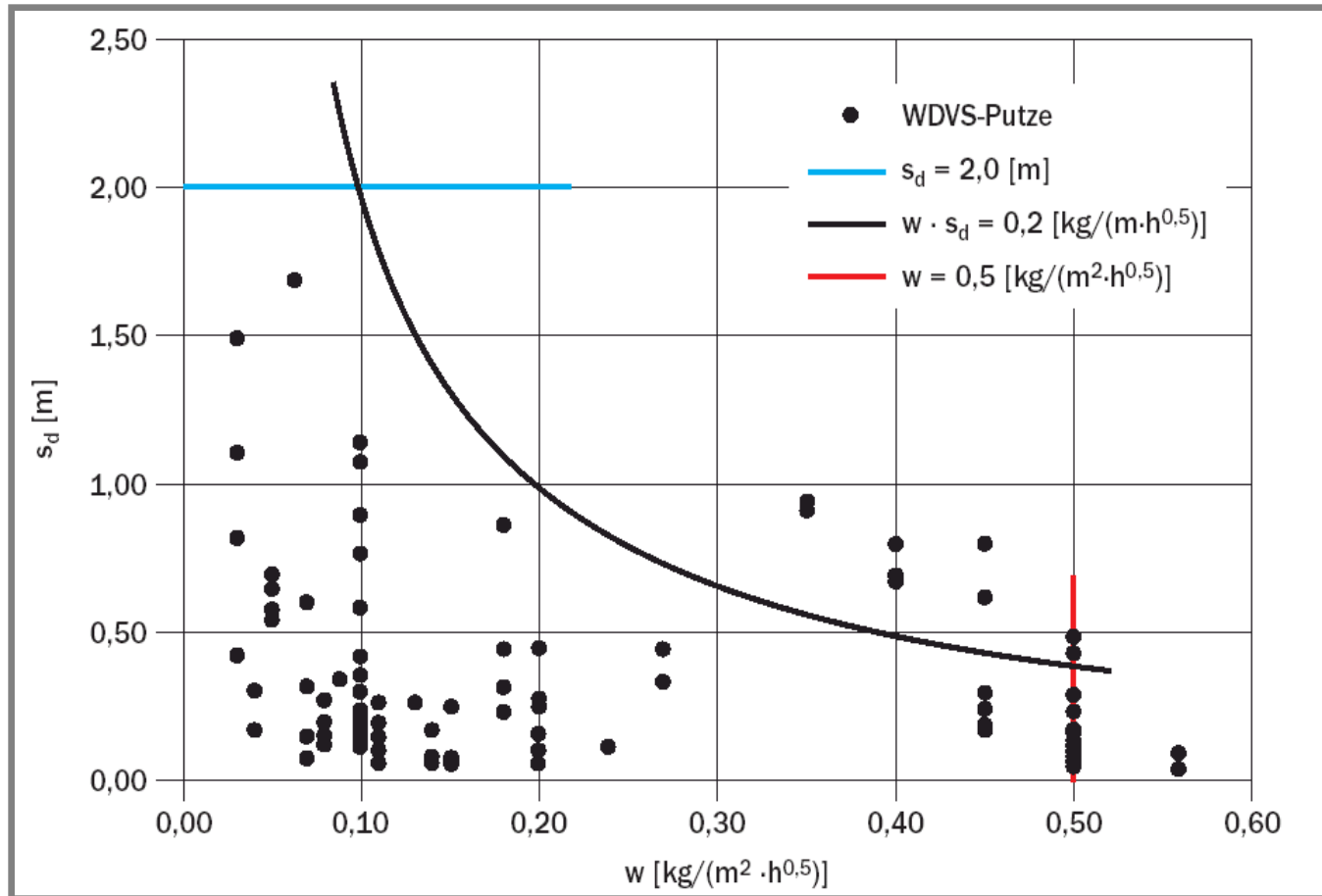
- Begrenzung der dampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke s_d :

$$s_d \leq 2,0 \text{ m}$$

- Begrenzung des Produkts $s_d \cdot w$:

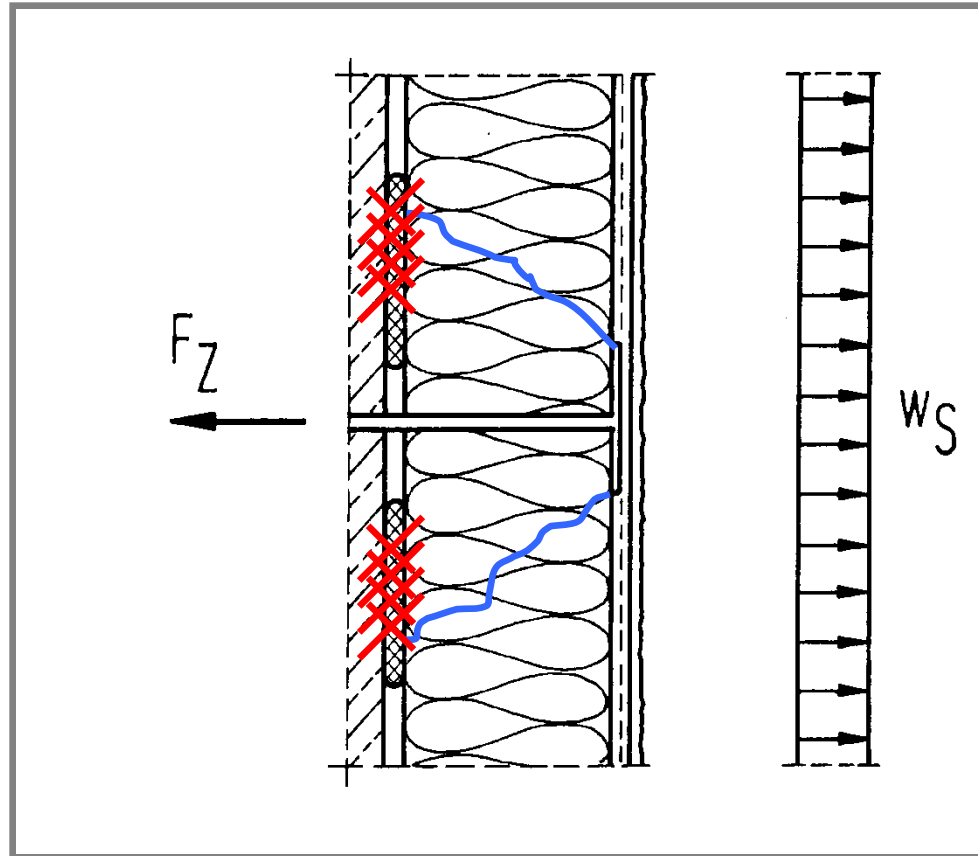
$$s_d \cdot w \leq 0,2 \text{ kg} / (\text{m} \cdot \sqrt{\text{h}})$$

Witterungsschutz üblicher WDVS-Putze



Anforderungen an Schlagregenschutz i.d.R. erfüllt

Lastabtrag Windsog bei gedübelten WDVS



ggf. Erhöhung der Dübelanzahl

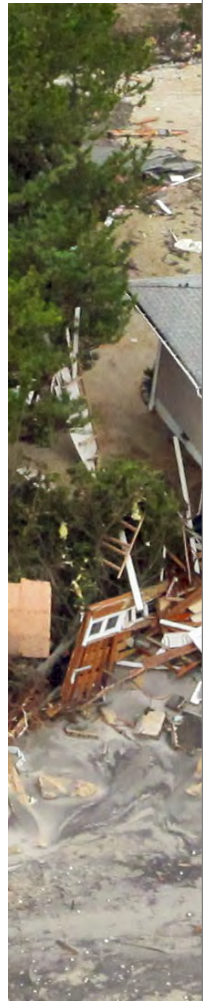
3.3 Hochwasserbeständigkeit

Angaben aus der
Hochwasserschutzfibel des
BMVBS:

- Auftriebssicherung gewährleisten
=> bei massiver Bauart problemlos möglich
- wasserunempfindliche Baustoffe wählen
=> Mauerwerk i.d.R. gut geeignet,
Lehm, Gips, Holz und
Holzwerkstoffe ungeeignet



	Linoleum		ungeeignet	
Wände	Kalksandsteine	gut geeignet		
	gebrannte Vollziegel	gut geeignet		
	Hochlochziegel		mäßig geeignet	
	Klinker	gut geeignet		
	Beton	gut geeignet		
	Gasbeton		mäßig geeignet	
	Lehm (je nach Einwirkzeit)		mäßig geeignet	ungeeignet
	leichte Trennwände (Gipsplatten)			ungeeignet
	Holz (Bretter, Spanplatten, Gefache)			ungeeignet
	Glasbausteine	gut geeignet		
Außenhaut	mineralische Putze (Zement, hydr. Kalk)	gut geeignet		
	Verblendmauerwerk mit Luftschicht	gut geeignet		
	Steinzeugfliesen	gut geeignet		
	wasserabweisende Dämmung	gut geeignet		
	Kunststoffsockel	gut geeignet		
	Faserzementplatten	gut geeignet		
	Faserdämmstoffe			ungeeignet
Putz	mineralischer Zementputz	gut geeignet		
	Kalkputz (hydraulische Kalke)	gut geeignet		
	Gipsputze			ungeeignet
	Lehm (je nach Einwirkzeit)	gut geeignet	mäßig geeignet	
	Spezialputze (hydrophobiert)	gut geeignet		
	Kunstharzputze	gut geeignet		
Anstrich	Mineralfarben	gut geeignet		
	Kalkanstrich	gut geeignet		
	Dispersionsanstrich			ungeeignet
Wandverkleidung	Tapeten			ungeeignet
	Fliesen	gut geeignet		
	Holz			ungeeignet
	Textilien			ungeeignet
	Gipskartonplatten			ungeeignet
	Kork			ungeeignet



Quelle:
(C) U.S. Air Force photo

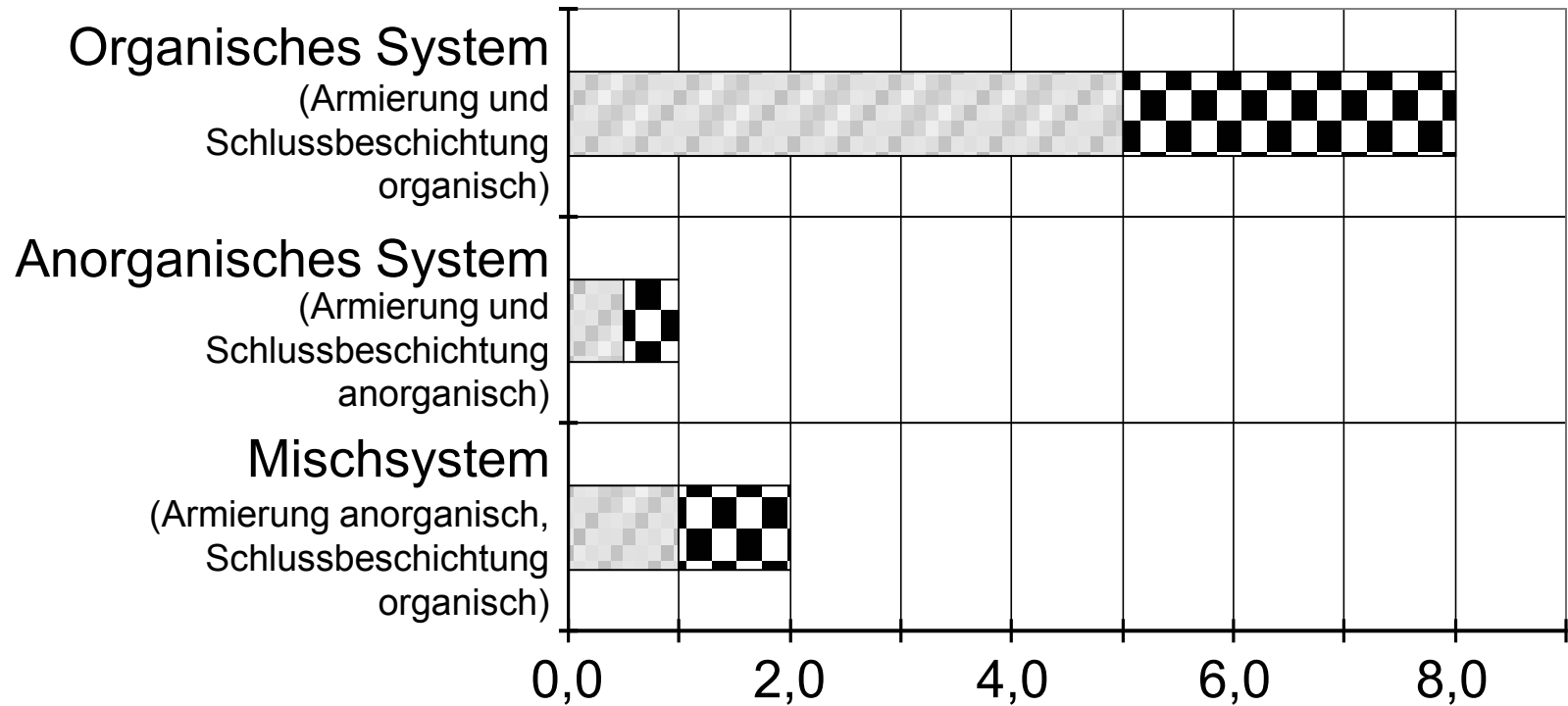
(gemeinfrei)

Stoßeinwirkungen (hier: WDVS)

Beanspruchungsgruppen

Beanspruchungsgruppe	Beschreibung
I	In Bereichen, die für Personen leicht zugänglich sind. Keine anormal rauhe Beanspruchung
II	Stoßeinwirkungen aus geworfenen oder geschlagenen Gegenständen. Im Regelfall unter 5 m Gebäudehöhe über OK Erdreich
III	Eine Beanspruchung durch Stoßeinwirkung ist eher unwahrscheinlich. - Im Regelfall über 5 m Gebäudehöhe. - Im Bereich der Balkone sollte Beanspruchungsgruppe II zugrunde gelegt werden.

Pendelschlagversuch



Energie bis zur oberflächlichen Beschädigung [Joule]

Erhöhung der Stoßfestigkeit

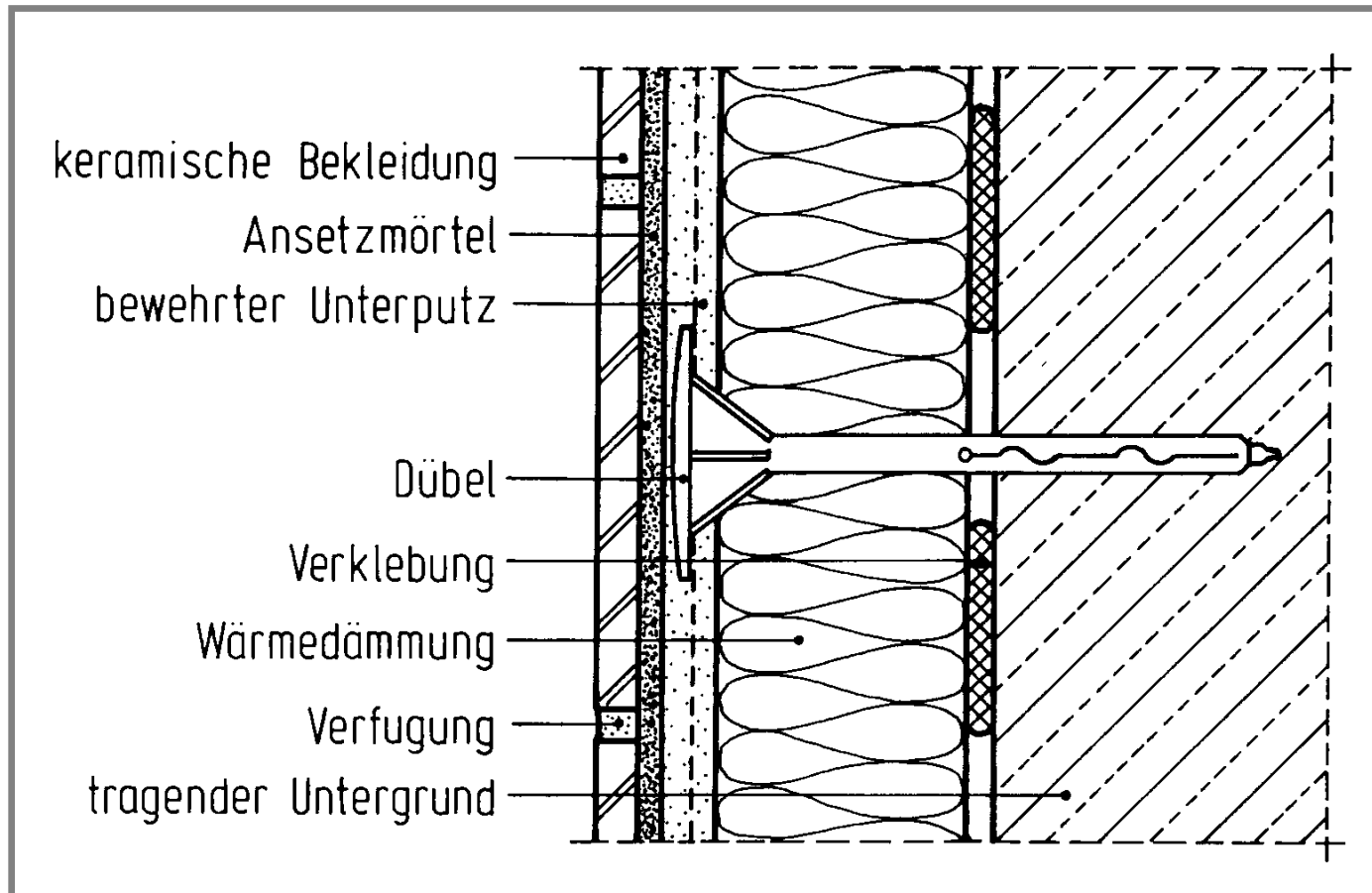
- doppelte Glasgewebelage
- Panzergewebe



- WDVS mit keramischer Bekleidung

Erhöhung der Stoßfestigkeit

WDVS mit keramischer Bekleidung



4. Zusammenfassung

- Mauerwerksbauten sind in besonderem Maße geeignet, beide Strategien zur Begegnung des Klimawandels zu erfüllen.
- Sie leisten zu vertretbaren Kosten einen Beitrag zur Reduzierung der Umweltwirkungen sowie zur Ressourcenschonung und bieten gleichzeitig ohne ökonomischen oder ökologischen Mehraufwand eine Vorsorge durch klimawandelgerechte Konstruktionen.
- Damit erweisen sich Mauerwerkskonstruktionen aus Sicht der Bauphysik auch über 2020 hinausgehend als zukunftsfähig.